

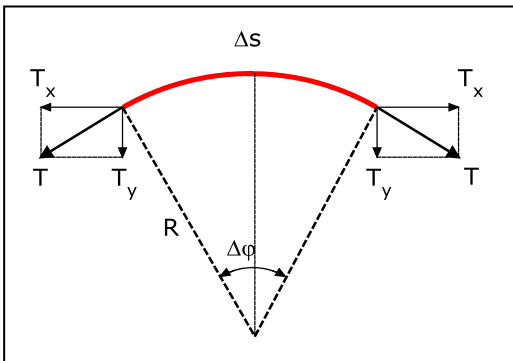


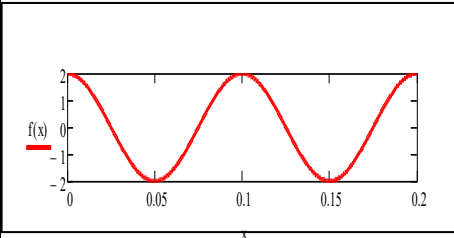
Ministerul Educației Naționale
Inspectoratul Școlar Județean Satu Mare
Olimpiada Națională de Fizică
31 martie - 5 aprilie 2013
Proba teoretică

XI

Barem de evaluare și de notare
Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

Problema I
Unde transversale

Nr. item	Sarcina de lucru nr. 1	Punctaj
1.a.	O porțiune foarte mică de coardă poate fi considerată ca un arc de cerc de lungime Δs. Componentele T_x se anulează reciproc și asupra elementului de coardă acționează forța centripetă $F_{cp} = 2T_y$. Deci $\frac{\Delta m \cdot v^2}{R} = 2T \sin \frac{\Delta \varphi}{2} = T \Delta \varphi = T \frac{\Delta s}{R}$ $\frac{\mu \Delta s \cdot v^2}{R} = T \frac{\Delta s}{R}$ De aici $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ Pentru a nu face confuzii cu alte notații ulterioare notăm viteza perturbației cu c și tensiunea din coardă cu F. 	
1.b.	Evident, constanta $\eta = 1$.	

Nr. item	Sarcina de lucru nr. 2	Punctaj
2.a.	Considerând ecuația dată și folosind identitatea trigonometrică $\cos \alpha \cos \beta = \frac{\cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)}{2}$ obținem $y(x, t) = \frac{A}{2} \cos(\omega t + kx) + \frac{A}{2} \cos(\omega t - kx)$	
2.b.	 Un grafic pentru $A = 2$ unități convenționale și $\lambda = 0,1$ m este cel din figura alăturată. Poate fi desenat și un grafic pur calitativ.	



Barem de evaluare și de notare

Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

2.c.	Cele două unde care interferă sunt două unde identice cu amplitudinea $\frac{A}{2}$ care se propagă în sensuri opuse pe coardă. Sursele celor două unde trebuie să oscileze în fază.	
2.d.	Viteza oscilațiilor unui punct de pe coardă este $v = \frac{dy}{dt} = -\omega A \cos kx \sin \omega t$ iar deformația relativă este $\varepsilon = \frac{dy}{dx} = -kA \sin kx \cos \omega t$ Energia cinetică a unui element de masă al coardei și densitatea de energie vor fi $dE_c = \frac{dm}{2} v^2 = \frac{dm}{2} \omega^2 A^2 \cos^2 kx \sin^2 \omega t = \frac{\mu dl}{2} \omega^2 A^2 \cos^2 kx \sin^2 \omega t$ $\varepsilon_c = \frac{dE_c}{dl} = \frac{\mu \omega^2 A^2}{2} \cos^2 kx \sin^2 \omega t$ Energia potențială de deformație a unui element de coardă este $dE_p = \frac{\kappa (dy)^2}{2}$, în care $\varepsilon = \frac{dy}{dl}$ și $F = \kappa dl$, κ fiind constanta elastică. Mai departe se obține $dE_p = \frac{F}{dl} \cdot \frac{1}{2} \varepsilon^2 dl^2 \text{ și } \varepsilon_p = \frac{dE_p}{dl} = \frac{F \varepsilon^2}{2} = \frac{F}{2} k^2 A^2 \sin^2 kx \cos^2 \omega t$ Pe de altă parte $\frac{k}{\omega} = \frac{\frac{2\pi}{\lambda}}{\frac{2\pi}{T}} = \frac{T}{\lambda} = \frac{1}{v}$ $\frac{k^2}{\omega^2} = \frac{1}{v^2} = \frac{\mu}{F}$ De aici $\varepsilon_p = \frac{\mu \omega^2 A^2}{2} \sin^2 kx \cos^2 \omega t$	

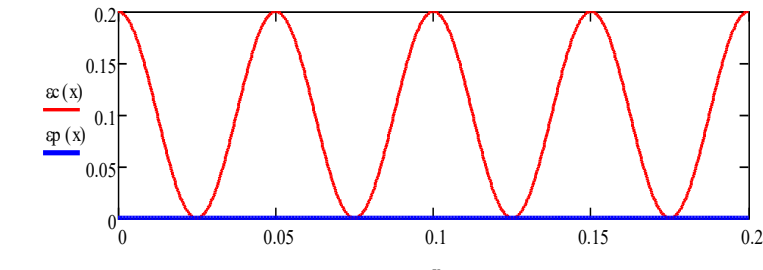
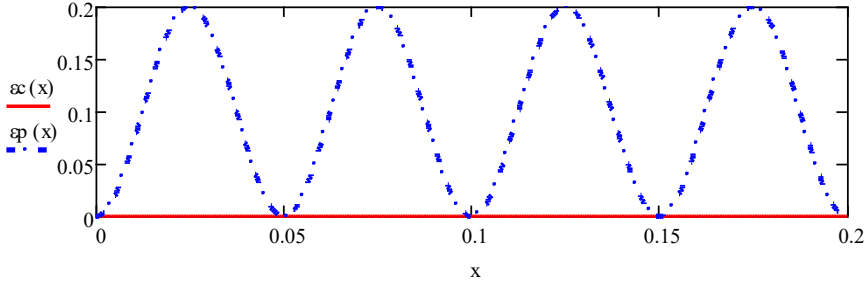


Ministerul Educației Naționale
 Inspectoratul Școlar Județean Satu Mare
Olimpiada Națională de Fizică
31 martie - 5 aprilie 2013
Proba teoretică

XI

Barem de evaluare și de notare

Se punctează oricare altă modalitate de rezolvare corectă a problemei

2.e.	La $t = \frac{T}{4}$  La $t = \frac{T}{2}$  Graficele pot fi reprezentate calitativ.	
--------------------	--	--

Nr. item	Sarcina de lucru nr. 3	Punctaj
3.a.	Conform figurii alăturate, aplicând pentru o jumătate de coardă ecuația de echilibru pentru momentele forțelor față de capătul O al corzii, rezultă $\mu \frac{L}{2} g \frac{L}{4} = Fd$ de unde $F = \frac{\mu L^2 g}{8d}$	
3.b.	Frecvența undelor sonore emise de coardă este $\nu = \frac{n}{2} \sqrt{\frac{F}{mL}}$, cu $n = 1$ pentru frecvența fundamentală. În cazul 1, $L_1 = L + p_1 L = L(1 + p_1)$ În cazul 2, analog $L_2 = L(1 + p_2)$ Forțele de tensiune elastică vor fi $F_1 = \kappa(p_1 L)$, respectiv $F_2 = \kappa(p_2 L)$. În aceste condiții $\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\sqrt{\frac{\kappa p_1 L}{mL(1+p_1)}}}{\sqrt{\frac{\kappa p_2 L}{mL(1+p_2)}}} = \sqrt{\frac{p_1(1+p_2)}{p_2(1+p_1)}}$ De aici rezultă $\frac{\nu_1}{\nu_2} = 0,706 \approx \frac{\sqrt{2}}{2}$	
3.c.	Dacă $\nu_1 = 440 \text{ Hz}$, rezultă că $\nu_2 = \sqrt{2}\nu_1 = 440\sqrt{2} \approx 622,5 \text{ Hz}$ Calculând pe rând, rezultă Nota La# $\nu = 440 \cdot 2^{1/12} = 466,164 \text{ Hz}$ Nota Si $\nu = 440 \cdot 2^{2/12} = 493,883 \text{ Hz}$ Nota Do $\nu = 440 \cdot 2^{3/12} = 523,251 \text{ Hz}$ Nota Do# $\nu = 440 \cdot 2^{4/12} = 554,365 \text{ Hz}$ Nota Re $\nu = 440 \cdot 2^{5/12} = 587,33 \text{ Hz}$ Nota Re# $\nu = 440 \cdot 2^{6/12} = 440\sqrt{2} = 622,254 \text{ Hz}$ Deci nota emisă va fi Re diez din octava C5.	

Barem de evaluare și de notare propus de: prof. Liviu Arici – Colegiul Național „N.Bălcescu” - Brăila